

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einführung</b> . . . . .	1
1. Information als Element der Technik . . . . .	3
1.1 Datenverarbeitung – alte Notwendigkeit und neue Möglichkeit zugleich . . . . .	3
1.2 Die neue Stufe in Technik und Wissenschaft . . . . .	3
1.3 Die Äquivalenz zwischen Steuerung und Information . . . . .	5
1.4 Herausforderung an Wissenschaft, Technik und Gesellschaft . . . . .	6
 <b>Teil I: Grundlagen</b> . . . . .	9
2. Prinzipien der Datenverarbeitung . . . . .	11
2.1 Allgemeine Grundfunktionen der Datenverarbeitung . . . . .	11
Datenverarbeitungssystem, Ein- und Ausgabe, Transport, Speicherung, Verknüpfung, Steuerung, Hardware, Software, Verarbeitungsprogramme	
2.2 Historischer, extern gesteuerter Automat . . . . .	12
2.3 Datenverarbeitung mit Gespeichertem Programm . . . . .	13
Programm als Information, Gespeichertes Programm, Programm = Steuerinformation, Äquivalenz von Steuerung und Information	
2.4 Datenverarbeitung als Wechselwirkung von Informationsströmen .	15
2.5 Räumliche Anordnung der Datenverarbeitung . . . . .	16
Zentrale Datenverarbeitung, Datenfernverarbeitung, Auftragsfernverarbeitung, Rechnerverbund	
2.6 Zeitliche Betriebsarten der Datenverarbeitung . . . . .	19
2.6.1 Stapelbetrieb . . . . .	19
2.6.2 Dialogbetrieb . . . . .	19
2.6.3 Realzeitbetrieb . . . . .	20
2.7 Typische Anwendungsbeispiele . . . . .	22
 3. Grundfunktionen . . . . .	27
3.1 Digitale Informationsdarstellung . . . . .	27
Bit, binäre Zeichendarstellung, digitale Darstellung, Codierung, Zeichenvorrat	
3.2 Informationsspeicherung . . . . .	29
Adresse, Adreßraum, Assoziativspeicher, Symbolische Adressierung	
3.3 Eingabe und Ausgabe . . . . .	30
Informationswandlung, Analog-Digital-Umwandlung	

## X Inhaltsverzeichnis

3.4	Informationstransport . . . . .	31
	Binäre Signale, Wege schalter, Übertragungskanal, Sammelweg, Signaldauer, Takt	
3.5	Informationsverknüpfung . . . . .	32
	Verknüpfung, BOOLESCHE Algebra, Negation: NICHT, Konjunktion: UND, Disjunktion: ODER, Funktionstabelle	
3.6	Programmsteuerung . . . . .	35
	Programm, Befehle, unbedingte oder bedingte Verzweigungs befehle, Folge, Auswahl: IF_THEN_ELSE_, Wiederholung: DO WHILE_, DO bzw. GET/PUT, Operationsteil und Operandenteil, Befehlscode, Operanden, Programmstatus, Befehls zeiger, sequentielle Programm, Bedingungsschlüssel, Programmablauf	
3.7	Grundsätzliche Arbeitsweise eines Datenverarbeitungssystems mit Gespeichertem Programm . . . . .	38
	Elementarprozesse, Steuerungs- und Verarbeitungsprozesse, Befehls-Adressierung, Befehls- Abruf, Befehls-Decodierung, Befehlszeiger-Fortschaltung, Operanden-Adressierung, Operanden- Abruf, Operations-Ausführung, Ergebnis- Abspeicherung	
	<b>Teil II: Das Datenverarbeitungssystem . . . . .</b>	<b>43</b>
4	Systemübersicht . . . . .	45
4.1	Systemaufbau . . . . .	45
	Zentraleinheit, Leitwerk und Rechenwerk, Prozessor, Hauptspeicher, Register, Pufferspeicher, Peripherie, Kanäle und Steuereinheiten, Daten- und Massenspeicher, Ein- und Ausgabegeräte	
4.2	Speicherorganisation . . . . .	47
	Zugriffszeit, Kapazität und Preis, Register, Pufferspeicher, Hauptspeicher, Datenspeicher, Massenspeicher, Archivspeicher	
4.3	Software . . . . .	50
	Verarbeitungsprogramme, Anwendungsprogramme, Übersetzer, Ursprungspogramm, Zielprogramm, Interpretierer, Simulierer, Dienstprogramme, Systemprogramme, Betriebssystem, Betriebsorganisationsprogramme, Einleitendes Ladeprogramm, Supervisor, Makrobefehl, Zugriffsmethoden, Datenbank- bzw. Datenkommunikationsroutinen, Auftragssteuerung, Betriebsverwaltungsprogramme, Programmbinder, Bibliotheksführung	
4.4	Das Zusammenwirken von Software, Firmware und Hardware . . . . .	54
	Funktionsschichten, Software, Firmware und Hardware, Steuerungs-Hierarchie, Prozeduren, Auftragssteuerungs-Interpretierer, Programme in problemorientierter Sprache, Anweisungen, Kompilierer, Makrobefehle, Makroassemblierer, Maschinenbefehle, Mikroprogramm, Mikrobefehle, Funktionalbitsteuerung, Hardware-Schaltkreise	
4.5	Mikroprozessorsysteme . . . . .	58
5	Information und ihre Speicherung . . . . .	61
5.1	Datenarten . . . . .	61
	Darstellung, Syntax, Bedeutung, Semantik	

5.1.1 Darstellung numerischer Daten . . . . .	61
Numerische Daten, Stellenschreibweise, Radixschreibweise, Zahlevorrat des dualen Zahlensystems, Gleitkommaschreibweise, Mantisse und Exponent, Vorgabe, Charakteristik, normalisierte Form	
5.1.2 Darstellung alphanumerischer Daten . . . . .	65
Alphanumerische Daten, ISO7-Bit-Code, EBCDIC, ASCII-8	
5.1.3 Entscheidungsgehalt, Informationsgehalt, Redundanz . . . . .	67
5.1.4 Datenformate . . . . .	68
Byteorganisierter Speicher, wortorganisierter Speicher	
5.1.5 Programme als Daten . . . . .	69
5.2 Datenbanken . . . . .	70
5.2.1 Definition und Eigenschaften . . . . .	70
Datenbank, Daten, Beziehungen, Routinen, allseitige Benutzbarkeit, reduzierter Speicherbedarf, zentrale Kontrolle, Datenübereinstimmung, Datenunabhängigkeit, Datenauswahl	
5.2.2 Datenbankmodelle . . . . .	71
Datenbankmodell, Untermodell, Erkennungsschlüssel, Tabellen, Relationales Datenbankmodell, normalisierte Form, Hierarchisches Datenbankmodell, Netzwerk-Datenbankmodell	
5.2.3 Datenbankarchitektur . . . . .	77
Datenbankmodell, Logische Datenbank, Datenbanksoftware, Physikalische Datenbank	
5.2.4 Datenbankzugriff . . . . .	77
5.3 Datenspeicherung . . . . .	80
5.3.1 Datenorganisationen . . . . .	80
Sequentielle Organisation ohne Index, Gestreute Organisation, Adressier-Algorithmus, Sequentielle Organisation mit Index, Index, Alternativindex, Freiräume, Überlaufbereiche, Kennsätze, Katalog	
5.3.2 Blockungstechnik . . . . .	86
Blöcke, Spannsatz	
5.3.3 Datenzugriffsmethoden . . . . .	88
5.4 Speichermedien . . . . .	90
Schreiben, Speichern, Lesen, Festspeicher	
5.4.1 Zentralspeicher . . . . .	91
Monolithische Speicher, Flipflop, Wegeschalter, Register, Schieberegister, linearer Wortspeicher, Adressdecodierer, „wahlfreier“ Zugriff, Assoziativspeicher, Stapelspeicher, Warteschlange, Matrixspeicher	
5.4.2 Externe Speicher . . . . .	99
Magnetschichtspeicher, zyklischer Speicher, sequentieller Speicher, „direkter“ Zugriff, sequentieller Zugriff, Plattspeicher, Zylinderkonzept, Spur, Blöcke, Zylinder-, Spur- und Blockadresse, Festkopf-Plattspeicher, Diskette, Trommelspeicher, Magnetband, Magnetband-Kassette, Lochkarte	
5.4.3 Neuere Spechertechnologien . . . . .	103
Magnetblasenspeicher	

5.5 Speicherhierarchien . . . . .	106
5.5.1 Speicherkenngrößen . . . . .	106
Zugriffszeit, Kapazität und Preis, Speicherhierarchie	
5.5.2 Hierarchisches Konzept . . . . .	106
Lokalitätseigenschaften, Wechselalgorithmus, Adreßfehlreferenzen	
5.5.3 Gepufferter Hauptspeicher . . . . .	110
5.5.4 Virtueller Hauptspeicher . . . . .	110
Virtueller Speicher, realer Hauptspeicher, virtueller Adreßraum, Seiten, Seitenrahmen, Adreßtabellen, Dynamische Adreßumsetzung, Adreßumsetzungsspeicher, Seitensupervisor	
5.5.5 Virtueller Plattenspeicher . . . . .	114
5.6 Speicherhierarchien – Quantitative Betrachtungen . . . . .	115
6. Datenverarbeitung . . . . .	117
6.1 Programme	117
Algorithmus, Strukturierte Programmierung, Hauptprogramm, Unterprogramm	
6.2 Betriebssystemfunktionen . . . . .	121
Betriebssystem, Betriebsmittel, Auftragssteuerung, Datenbankroutinen, Datenkommunikationsroutinen, Zugriffsmethoden, Supervisor	
6.2.1 Auftragssteuerung . . . . .	122
Betriebsmittelabrechnung	
6.2.2 Datenbankroutinen . . . . .	122
6.2.3 Datenkommunikationsroutinen . . . . .	122
6.2.4 Zugriffsmethoden . . . . .	122
6.2.5 Supervisor . . . . .	123
6.3 Maschinenfunktionen . . . . .	123
Maschinenarchitektur	
6.3.1 Befehlsvorrat . . . . .	124
6.3.2 Befehlsstruktur . . . . .	124
Variables Befehlsformat, Relative Adressierung	
6.3.3 Adressierung . . . . .	127
Adressierschema, effektive Adresse, direkte Adressierung, Indexierung, Relative Adressierung, Distanz, Basis, Unterprogrammaufruf, indirekte Adressierung bzw. Adreßsubstitution	
6.3.4 Programmstatus . . . . .	132
Programmstatuswort (PSW)	
6.3.5 Programm-Unterbrechungen . . . . .	134
Programmunterbrechung, Reaktionszeit, Prioritätszuordnung, laufendes PSW, altes PSW, neues PSW	
6.4 Leitwerk . . . . .	140
6.4.1 Leitwerksteuerung . . . . .	140
Befehlszeiger, Adreßdecodierer, Speicherregister, Datensammelweg, Befehlsregister, Befehlsdecodierer, Steuerregister, Signalleitungen, Rechenwerk, Wegeschalter, Adreßregister, Taktgeber	

6.4.2 Beispiel einer Leitwerksteuerung . . . . .	142
6.4.3 Operationssteuerung . . . . .	143
Operationsteil, Operationssteuerung, Funktionalbitsteuerung, funktionelle Bits, codierte Steuerung, Befehlsdecodierung, Mikroprogrammsteuerung, Mikroprogramm	
6.4.4 Mikroprogrammsteuerung . . . . .	146
Mikrofunktion, Mikrobefehl, Firmware, informatorische Speicherung aller Steuerimpulse, Emulator	
6.5 Rechenwerk . . . . .	148
6.5.1 Grundfunktionen . . . . .	148
Register, Verknüpfungsglied, Verzögerungsglied, Serienverarbeitung, Parallelverarbeitung	
6.5.2 Erweiterte Arithmetik . . . . .	148
6.5.3 Berechnung arithmetischer Ausdrücke . . . . .	152
Stapelrechner, Stapspeicher, Umgekehrt Polnische Notation	
6.6 Hierarchie der Datenverarbeitung . . . . .	
Hierarchie der Datenverarbeitung, Funktionsschichten, Arbeitseinheiten, Sprachebenen, Benutzerzugänge, Übergänge, Dienste	
7. Informationstransport . . . . .	158
7.1 Allgemeines . . . . .	158
7.1.1 Transportgrößen . . . . .	158
Binärsignale, Signaldauer, Informationsfluß, Transfergeschwindigkeit, Schrittgeschwindigkeit	
7.1.2 Übertragungsarten . . . . .	159
Signal- bzw. informationsgesteuert, interne Datenübertragung, externe Datenübertragung	
7.2 Interne Datenübertragung . . . . .	160
7.2.1 Datensammelwege . . . . .	160
Datensammelweg, Steuersignalleitungen, Zeitmultiplex-Datensammelweg, Raummultiplex-Datensammelweg, Daten-, Adreß- und Befehlsammelwege	
7.2.2 Datenkanäle . . . . .	162
Kanalkonzept, Kanal, Kanalprogramm, Kanalbefehl, Signalgesteuert, Selektorkanal, Multiplexkanal, Byte-Multiplexkanal, Block-Multiplexkanal, Start-E/A-Befehl, Delegation der Steuerung, E/A-Vollendung	
7.2.3 Taktsteuerung . . . . .	167
Taktgeber, Taktsteuerung	
7.3 Externe Datenübertragungsnetze . . . . .	168
7.3.1 Übertragung im Netz . . . . .	168
Netzwerk, Knoten, Verbindung, Anwendungsknoten, Vermittlungsknoten, Datenstationsknoten, Endknoten, Leitung, Informationsgesteuert, Nachricht, Wählleitung, Standleitung, simplex, halbduplex oder duplex, dezentrale Intelligenz	

7.3.2 Netzwerktypen . . . . .	171
Punkt-zu-Punkt-Verbindung, Mehrpunkt-Verbindung, Verbindungsdisziplin, Primärknoten, Sekundärknoten, Aufrufbetrieb, Adressen, Aufrufverfahren, Konkurrenzbetrieb, Sternnetz, Liniennetz, Ring- oder Schleifennetz, Maschennetz	
7.3.3 Vermittlungsarten . . . . .	174
Leitungsvermittlung, Speichervermittlung, Teilstreckenbetrieb, Nachrichtenvermittlung, Paketvermittlung	
7.4 Externe Kommunikation . . . . .	177
7.4.1 Kommunikationsarchitektur . . . . .	177
Protokoll, Bedeutung, Form, Folge und Weg, Semantik, Syntax, Dialog, Adressen, Schichtung von Protokollen, Hierarchie von Steuerungsschichten, Steuerungsfunktionen, virtuelle Verbindung, realer Übergang, Dienst, Vorsatz, Nachsatz, Datenkommunikationsroutinen, Zugriffsmethoden der Datenfernübertragung, Supervisor, Netzwerksteuerprogramm, Datenstationssteuerprogramme	
7.4.2 Datendarstellung . . . . .	183
Datendarstellungsroutinen, Darstellungsmodell, Logischer Darstellungsraum, Physikalischer Darstellungsraum, Geräteunabhängigkeit, Übertragungsdarstellung . . . . .	
7.4.3 Datenaustausch . . . . .	185
Sitzung, Nachrichtenbestätigung, Sitzungssteuerung, Transaktion, Dialog, Flußsteuerung, Nachrichtenkette, Nachrichtenmengendosierung, Folgenummern, Ausnahmebedingung . . . . .	
7.4.4 Transport über Netzwerke . . . . .	190
Wegsteuerung, Speichervermittlung, Segmentierung, Blockung, Paketvermittlung, Verbindungssteuerung, Aufrufbetrieb, Folgenumerierung, Datenübertragungsblock, Synchronisation, Nulleneinfügung, NRZI-Codierung	
7.4.5 Übertragungstechniken . . . . .	194
Digitale Übertragung, analoge Übertragung, Modulationsverfahren, Modems, Regenrateure, Multiplexverfahren, Kabel, Koaxialkabel, Mikrowellen, Nachrichtensatelliten, Glasfasern, Wählnetz, akustischer Koppler	
<b>Teil III: Erweiterungen und Ergänzungen . . . . .</b>	<b>199</b>
8. Hochleistungs-Systeme . . . . .	201
8.1 Leistungsbetrachtungen . . . . .	201
Leistung, Leistungsfähigkeit	
8.1.1 Leistungskriterien . . . . .	201
Durchsatz, Ausführungszeit bzw. Antwortzeit, Leistungsanforderungen, Auslastung	
8.1.2 Leistungsparameter . . . . .	205
Millionen Instruktionen pro Sekunde, Zugriffszeiten, Übertragungsgeschwindigkeiten, Anwendungsprofile, Engpaß, Warteschlange	

8.1.3 Leistungssteigernde Techniken . . . . .	207
Parallelisierung serieller Prozesse	
8.2 Hochleistungs-Betriebssysteme . . . . .	208
8.2.1 Ein- bzw. Ausgabe-Blockung . . . . .	209
Blockungstechniken	
8.2.2 Ein- bzw. Ausgabe-Pufferung . . . . .	209
8.2.3 Spulverfahren . . . . .	210
8.2.4 Mehrprogrammbetrieb . . . . .	211
Mehrprogrammbetrieb, Programmverzahnungsverfahren, Priorität, Zeitscheibenverfahren, Lastbeschränkung, Speicherzerstückelung	
8.2.5 Optimierende Betriebsmittelsteuerung . . . . .	217
Geplante Vergabe der Betriebsmittel, Sperre, Verklemmung	
8.2.6 Mehrfache Adreßräume . . . . .	218
Mehrfache virtuelle Adreßräume	
8.2.7 Virtuelle Maschinen . . . . .	219
Virtuelle Maschine, Hypervisor	
8.3 Hochleistungs-Konfigurationen . . . . .	221
Kopplung	
8.3.1 Rechnerverbund . . . . .	221
Rechnerverbund, Auftrags-Eingabe-Untersystem	
8.3.2 Vor- bzw. Nachverarbeitungssysteme . . . . .	223
Vor- bzw. Nachverarbeitungssystem, Hauptrechner, Nachrechner, Vorrechner	
8.3.3 Mehrprozessorsysteme . . . . .	224
Mehrprozessorsystem, Lastverteilung, Systemverfügbarkeit, Pufferspeicher, Speichersteuerung, Konfigurationssteuerung, Mehrprozessorfunktionseinheit, Kanalumschaltung, Auftragszuführung, Anschlußprozessorsystem	
8.3.4 Parallelrechner . . . . .	229
Parallelrechner, Unterprozessoren, Datenfelder, Steuerprozessor, Steuerrungsphase, Verarbeitungsphase	
8.4 Hochleistungs-Prozessoren . . . . .	232
8.4.1 Verteil Funktionen . . . . .	232
Verteil Funktionen, Verwaltungsprozessor, Befehlsprozessor, Ein-/Ausgabeprozessoren, Hauptspeichersteuereinheit	
8.4.2 Fließbandverarbeitung . . . . .	234
Fließbandverarbeitung, Elementarprozesse	
9. Systemzuverlässigkeit . . . . .	236
9.1 Allgemeine Begriffe . . . . .	236
Zuverlässigkeit, Spezifikationen, Verfügbarkeit, Fehler, Defekte, Fehlerfolgen, Fehlerrate, mittlerer Ausfallabstand, Datensicherheit	
9.2 Fehlererkennung und -lokalisierung . . . . .	237
Fehlererkennung und -lokalisierung, Systemstruktur, Begrenzung der Übergänge, Schutzvorkehrungen, Supervisor- und Problemzustand, Speicherschutz, Redundanz, Funktionsredundanz, Coderedundanz, Paritätsprüfung, longitudinale Satz-/Blockprüfung	

## XVI Inhaltsverzeichnis

9.3 Fehlertoleranz . . . . .	243
Fehlerkorrektur, Fehlertoleranz, Umkonfigurierung, Kontrollpunkt, Wiederanlauf	
9.4 Wartung . . . . .	245
Wartung, Wartbarkeit, Diagnostikprogramme	
10. Systementwicklung und -organisation . . . . .	246
10.1 Der Systementwicklungsprozeß . . . . .	246
Entwicklungsprozeß, Definition, Entwurf, Dokumentation, Flußdiagramme, Implementierung, automatische Entwurfsverarbeitung, Test, Testfälle	
10.2 Gesichtspunkte zur Systemorganisation . . . . .	249
Modularität, Hierarchische Anordnung, Hierarchische Rangfolge/Funktionsübertragung, Transparenz, Zentralisierung, Dezentralisierung, Multiplizität, Unverzüglichkeit, Verzögerung, Universalität	
<b>Schluß</b> . . . . .	255
11. Verallgemeinerte Prinzipien der Informationstechnik . . . . .	257
11.1 Steuerung und Information . . . . .	257
Gespeichertes Programm, Äquivalenz von Steuerung und Information, Wechselwirkung von Informationsströmen	
11.2 Software-Hierarchie der Informatorischen Steuerung . . . . .	257
Gespeicherter Auftrag, Gespeicherte Anwendung, Gespeicherter Dienst	
11.3 Firm- und Hardware-Hierarchie der Informatorischen Steuerung . . . . .	260
Gespeichertes Programm, Gespeicherte Funktion	
11.4 Informatorisch gespeicherte Systemstruktur . . . . .	260
Gespeicherte Struktur	
11.5 Schlußsatz . . . . .	262
<b>Anhang</b> . . . . .	263
A1. Abbildungssymbol . . . . .	265
A2. Literaturverzeichnis mit Bildquellen . . . . .	266
A3. Fachausdrücke Deutsch/Englisch . . . . .	270
A4. Fachausdrücke Englisch/Deutsch . . . . .	281
A5 Namen- und Sachverzeichnis . . . . .	292

**Beilage (Schablone): Beispiele zur Programmunterbrechung und Leitwerksteuerung**